

갑상선 결절의 색도플러 초음파 소견 : 양성과 악성의 감별에 유용한가를 중심으로¹

윤종필 · 홍현숙 · 전영태 · 김서희 · 유명희² · 김대호 · 이해경 · 권귀향

목 적 : 갑상선 결절을 양성과 악성으로 감별진단하는데 색도플러 초음파가 유용한지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 조직학적으로 증명된 50예(결절성 갑상선종 22예, 유두상암 21예, 여포상암 7예)중 양성질환으로써 결절성 갑상선종 22예와 악성으로 28예(유두상암과 여포상암)를 비교하였다. 색신호의 분석은 내부와 변연부를 각각 4단계로 구분하여 내부신호의 경우 grade 0는 신호가 없는 경우, I은 점상의 신호만이 보이는 경우, II는 선형의 신호가 4개 미만인 경우, III는 선형의 신호가 4개 이상인 경우로 하였고 변연부는 신호가 없는 경우를 grade 0, I은 색신호가 병변둘레의 1/4미만인 경우, II는 1/2미만인 경우, III는 1/2이상인 경우로 분류하였고, 또한 도플러 파형의 정량적 분석의 지표로 최대혈류속도(peak systolic velocity)와 저항지수(resistive index)를 내부신호에서 측정하여 이를 양성과 악성에서 비교분석 하였다.

결 과 : 색신호의 경우 양성에서는 낮은 등급의 내부신호와 높은 등급의 변연부신호가 우세하였고, 악성에서는 내부와 변연부 모두 높은 등급의 신호가 다수였으며, 이는 통계학적으로 유의하였다. 파형의 분석에 있어 최대혈류속도는 악성과 양성에서 각각 $22.7 \pm 8.08 \text{ cm/sec}$ 와 $14.02 \pm 5.19 \text{ cm/sec}$ 로 유의한 차이를 보였고($P < 0.05$), 저항지수는 각각 0.66 ± 0.16 과 0.74 ± 0.13 로 다르게 나타났으나 유의한 차이를 보이지는 않았다($P > 0.05$).

결 론 : 갑상선 결절을 양성과 악성으로 감별하는데 있어 색도플러를 이용한 색신호 및 파형의 분석은 유용한 도움을 줄수 있을 것으로 판단된다.

분석이 도움이 되는지를 알아보고자 하였다.

서 론

대상 및 방법

갑상선 질환의 일차적 진단에 있어서 초음파 기기는 가장 널리 사용되고 있는 도구이나, 그 유용성은 제한적이고 종괴의 감별에 있어서도 부적절함은 주지의 사실이다(1-4). 색도플러 초음파는 비침습적이며 조직의 형태와 혈류를 동시에 검사할 수 있고 색신호의 분석은 감별진단에 있어 예민도와 특이도가 높다고 보고되고 있으며(7-11), 파형분석은 양적인 평가를 가능하게 한다(5, 6). 따라서 최근에 색도플러 초음파를 이용하여 갑상선 종괴를 감별하려는 많은 시도들이 있었고 종괴의 혈류분포에 대한 분석이나 파형분석이 감별진단에 유용하다는 경향이 있으나(12, 13) 김(14)은 파형분석은 도움이 되지 않는다고도 하였다(6, 14). 이에 저자들은 갑상선의 양성종괴를 악성과 감별하는데 있어 색도플러를 이용한 혈류분포 및 파형의

1995년 4월부터 1996년 1월까지 색도플러를 시행하고 세 포침 생검이나 수술로 확진한 50명을 대상으로 하였으며 이들은 3명의 남자, 47명의 여자로 평균연령은 41세였다. 이중 여포상 선종(follicular adenoma)이 10예, 선종성 증식결절(adenomatous hyperplasia)이 12예, 유두상암(papillary adenocarcinoma)이 21예, 여포상암(follicular adenocarcinoma)이 7예였다. 사용된 초음파 기기는 ATL ULTRAMARK 9의 선형 탐촉자로 gray scale후에 전환하여 5-10MHz 범위에서 색도플러 영상을 얻었다. 표본체적은 1.0-1.5mm로 하였고 최대한의 주파수 변위를 얻을 수 있도록 탐촉자의 각도를 조정하였다. 또한 저속 혈류도 잘 보이도록 wall filter는 50-100Hz로 하였고, PRF(Pulse Repetition Frequency)는 1750 KHz로 하였으며 색음장(color gain)은 불규칙한 인공음영이 소실되도록 조절하였다. 색신호의 분석은 백(12) 등의 분류를 따랐는데, 이는

¹ 순천향대학교 의과대학 진단방사선과학교실

² 순천향대학교 의과대학 내과학교실

이 논문은 1996년 6월 25일 접수하여 1996년 9월 20일에 채택되었음

그 방법이 객관적이면서 이미 보고된 여타의 분류법들과는 달리 비교적 자세히 내부와 변연부를 구분하였다고 판단되었기 때문이었다. 따라서 내부신호의 경우 grade 0는 신호가 없는 경우(Fig. 1a), I은 점상의 신호만이 보이는 경우, II는 선형의 신호가 4개 미만인 경우(Fig. 1b), III는 선형의 신호가 4개 이상인 경우(Fig. 1c)로 하였고, 변연부는 신호가 없는 경우를 grade 0, I은 색신호가 병변둘레의 1/4미만인 경우(Fig. 2), II는 1/2미만인 경우(Fig. 1c), III는 1/2이상인 경우(Fig. 3)로 분류하였으며, 또한 도플러 파형의 정량적 분석의 지표로 최대혈류속도(peak systolic velocity)와 저항지수(resistive index)를 측정하였는데 이는 적어도 3회이상의 측정에서 얻어진 내부신호의 여러파형중 신뢰성이 결여된 수치라고 판단되는 것을 제외

한 나머지중에서 가장 높은 변이를 보이는 것을 택하여 기록하였다. 비교는 양성질환으로써 여포상 선종 10예와 선종성 증식결절 12예를 합한 22예와 악성질환으로 유두상암 및 여포상암 28예를 나누어 각각의 색신호와 파형을 분석하고 이를 통계학적으로 Chi-square test로 검증하고 그 유의성은 P-value가 0.05이하일 때로 하였다.

결 과

색신호의 경우 양성질환에서 내부신호는 grade 0가 6예(27%), I이 9예(41%), II가 5예(23%), III는 2예(9%)였고, 변연부는 0가 4예(18%), I이 3예(14%), II가 6예(27%), III는 9예(41%)로 나타났다. 악성에서는 내부신호

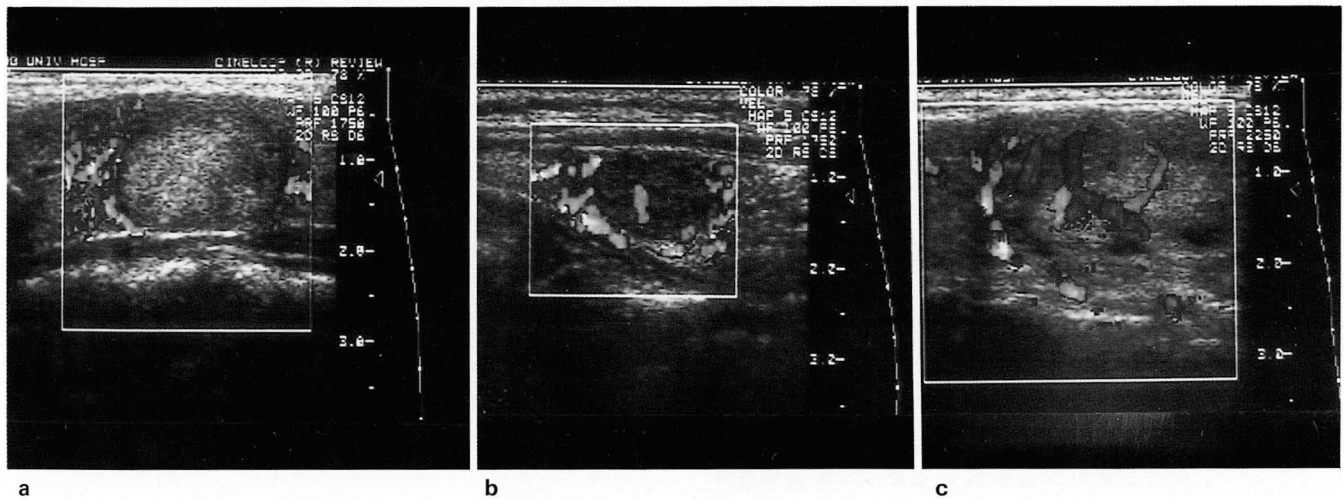


Fig. 1. a. Adenomatous hyperplasia. Color signals show grade 0 internal and grade II marginal signals.
b. Follicular adenoma. Color signals show grade II internal and grade III marginal signals.
c. Papillary carcinoma. Color signals show grade III internal and grade II marginal signals.

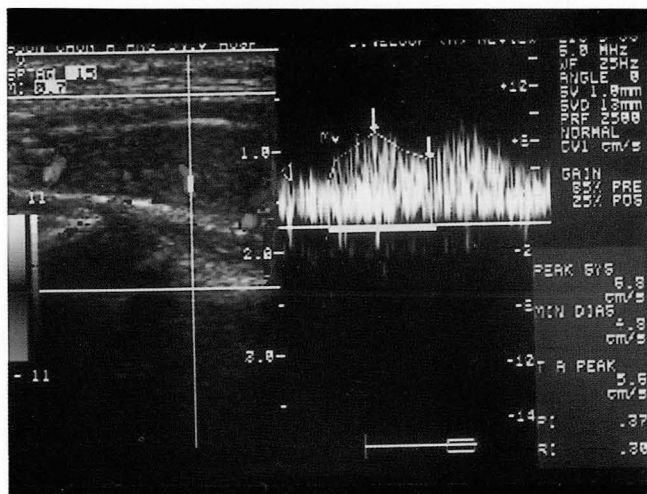


Fig. 2. Adenomatous hyperplasia. Color signals show grade II internal and grade I marginal signals. Spectral analysis was performed. RI=0.30, PSV=6.8cm/sec.

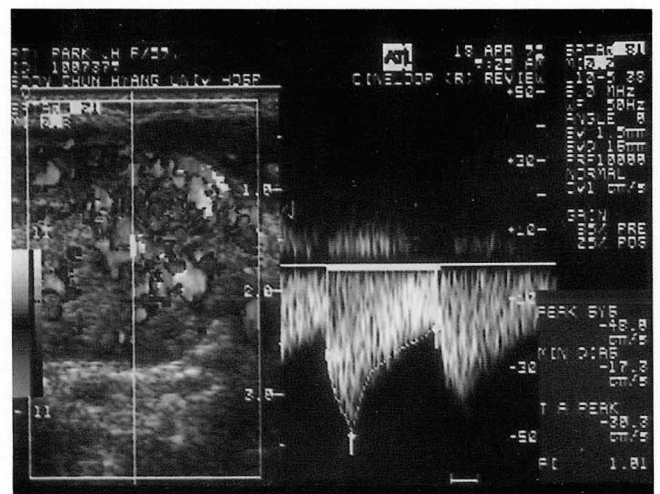


Fig. 3. Follicular carcinoma. Color signals show grade III internal and marginal signals. RI=0.63, PSV=48.0cm/sec.

의 경우 grade 0가 4예(14%), I이 5예(18%), II가 9예(32%), III는 10예(36%)였고, 변연부에서는 0가 0예(0%), I이 7예(25%), II가 8예(29%), III는 13예(46%)로 나타나 양성에서는 낮은 등급의 내부신호와 높은 등급의 변연부 신호가 월등하며(Fig 1a, b) 악성에서는 내부와 변연부 공히 높은 등급의 신호가 많았다(Fig. 3)(Table 1, 2).

양성과 악성질환을 비교함에 있어 내부신호간에는 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나($P < 0.05$), 변연부신호간에는 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$).

grade II의 내부신호로 악성을 진단할 수 있는 예민도, 특이도, 정확도는 67.9%, 68.2%, 68%였고 III로는 각각 35.7%, 90.9%, 63.4%였다. 파형의 분석은 내부 색신호가 보이는 경우에 한하여 시행하였으므로 양성에서 16예와 악성에서 24예를 대상으로 한 결과 최대혈류속도는 악성과 양성에서 각각 $22.7 \pm 8.08 \text{ cm/sec}$ (최저: 6.5, 최고: 42.8)와 $14.02 \pm 5.19 \text{ cm/sec}$ (최저: 5.5, 최고: 31.5)로 유의한 차이를 보였고(Fig. 2, 4)($P < 0.05$), 저항지수도 각각 0.66 ± 0.16 과 0.74 ± 0.13 로 다르게 나타났으나(Table 3), 통계학적

으로 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$). 또한 최대혈류속도 20cm/sec를 기준으로 하였을때 악성을 진단할 수 있는 예민도, 특이도는 각각 41.7%, 81.2%였고 17cm/sec를 기준으로 하였을때는 각각 62.5%와 81.2%로 나타났다.

고 찰

일반적으로 종양내에서는 비정상적인 혈관들이 발달하게 되는데 조직학적으로 이 혈관들은 원시적인 avascular channels에 의한 동정맥 단락(AV shunting)과 평활근이 부족한 혈관들로 이루어져 있다. 동정맥 단락은 하나의 국소적인 직접연결이거나 다수의 미세연결이며 이로인한 압력변화에 의해 높은 속도의 혈류를 제공하게 된다. 일반적으로 종양내의 혈류는 70-700cm/sec 정도로 알려져 있고 이는 큰 압력변화에 의해서만 가능하게 되는데, 특히 동정맥 단락(AV shunting)이 있는 경우 용이하게 된다. Burns(15)는 토끼를 통한 실험적 연구에서 높은 속도 변이를 보이는 부위에 동정맥 단락이 있음을 발표하였다. 색도플러 상에 나타나는 혈류는 속도에 의존하고 혈류량이나 혈관의 직경에 의존하지 않기 때문에 색도플러 상의 “혈관성(vascularity)”이 항상 모든 혈류를 나타내지는 않고 영상으로 보이기 위해서는 충분한 속도를 유지하여야 되는 것이다(16). 종양내의 혈류가 도플러상 보이지 않는 이유는 크게 2가지로 첫째는 유속이 너무 느린 경우와 둘째는 기술적인 제약이 있는 경우로 나눌 수 있고 현재로써 내부 혈류가 보이지 않는다고 종양을 제외할 만큼 충분히 예민하지는 못한것도 부인할 수 없는 사실이다. 최근 기기의 발달로 이론적으로 약 1cm/sec 까지 발견이 가능하며 동정맥 단락이 있는 경우 최저역치(minimal threshold) 이상의 속도가 발생할 수 있는 중요한 요인이 된다. 종양의 혈

Table 1. Grade of Internal Color Signals

Grade	Benignity(FA+AH)(%)	Malignancy(PC+FC)(%)
0	6 (27)	4 (14)
1	9 (41)	5 (18)
2	5 (23)	9 (32)
3	2 (9)	10 (36)
	22 (100)	28 (100)

($P < 0.05$)

FA: follicular adenoma, AH: adenomatous hyperplasia
PC: papillary carcinoma, FC: follicular carcinoma

Table 2. Grade of Marginal Color Signals

Grade	Benignity(FA+AH)(%)	Malignancy(PC+FC)(%)
0	4 (18)	0 (0)
1	3 (14)	7 (25)
2	6 (27)	8 (29)
3	9 (41)	13 (46)
	22 (100)	28 (100)

($P > 0.05$)

FA: follicular adenoma, AH: adenomatous hyperplasia
PC: papillary carcinoma, FC: follicular carcinoma

Table 3. Analysis of Flow Signals

	Benignity	Malignancy	P-value
RI	0.74 ± 0.13	0.66 ± 0.16	0.0856
PSV (cm/sec)	14.02 ± 5.19	22.71 ± 8.08	0.0086

RI: resistive index PSV: peak systolic velocity

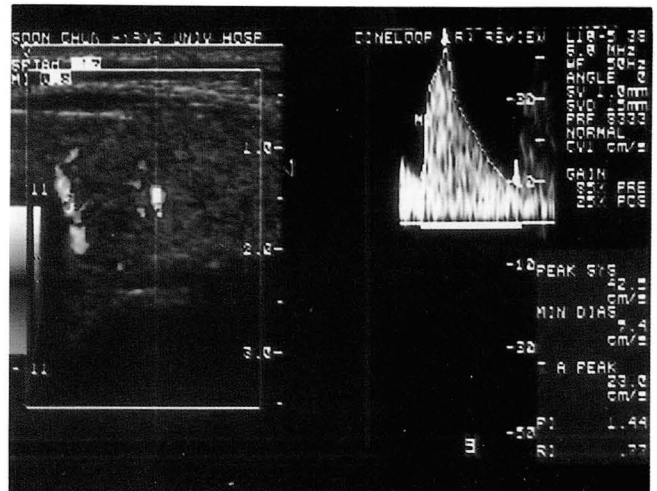


Fig. 4. Papillary carcinoma. Color signals show grade II internal and grade I marginal signals. Spectral wave shows relatively high peak systolic velocity(42.5cm/sec). RI=0.77.

류를 특징짓는 방법으로 도플러 시간-속도 파형은 말초 저항(distal impedance)의 반양적(semiquantitative) 정보를 제공하는데, 언급했듯이 종양에서는 말초의 저항을 담당하는 근육층의 부족으로 적은 수축-이완기 변이를 동반하는 낮은 저항 신호를 보인다는 점이다(17).

색도플러는 혈류의 전체적인 해부학적 정보를 제공하는 반면 파형의 분석은 양적 평가를 가능하게 하며 이때 사용하는 지수가 몇가지 있고 이중 저항지수(Resistive index)와 박동지수(Pulsatility index)를 많이 사용한다.

정상 조직에서 보일수 있는 낮은 박동성(pulsatility)으로 박동지수의 효용성에 이의가 제기되기도 하지만 이경우 도플러 변이는 4KHz미만으로 알려져 있다(18).

갑상선 결절에 대한 B-mode 초음파의 양성과 악성의 감별율은 63-83% 정도로 알려져 있지만 상당한 변이가 있을 수 있기 때문에 감별에 대한 많은 시도들이 있어 왔다(6, 19, 20). 기본적으로 갑상선의 색도플러에 있어 보여지는 색신호들은 병적인 경우가 많은데 이는 정상에서는 단지 적은 양의 혈류만 보이기 때문이다(4-6). 염증이 있을 경우 혈류증가 뿐 아니라 도플러 파형을 분석하여 혈관 저항의 감소에 의한 저항지수의 감소를 발견함으로써 진단에 도움을 준다는 사실이 알려져 있다. 이전의 연구로써 Fobbe(21) 등은 도플러상 혈류의 증가가 없는 경우에는 악성을 제외할 수 있다고 하였고, Fleischer(10)가 난소 종괴의 연구에서 비정상적인 혈관의 위치 또한 중요한 감별점으로 강조하였던 바와 같이 Schwaighofer(9) 등은 선종에서는 주변부에 혈류의 증가가 보이고 악성에서는 내부에 혈류의 증가가 보인다고 하였으며, 백(12) 등은 가장 높은 내부 신호가 가장 악성을 시사하며 주변부 신호는 감별에 도움이 되지 못하였다고 보고하였다. 이와는 반대로 Shimamoto(16) 등은 색도플러가 미미한 혈류의 불규칙성이나 변형을 나타내지 못하며 따라서 색신호나 파형의 분석이 감별에 도움이 되지 못한다고 하였다.

더불어 색신호의 존재로는 결절의 특성을 설명할 수 없고 발견율은 조직학적 특성보다 크기에 의존한다고 제안하기도 하였다. 파형을 분석하여 감별에 이용하려 하였던 경우로 Woodcock(22) 등은 높은 주파수 변이를 보이는 파형이 여포상 암과 선종의 감별지표가 될 수 있다는 보고를 한 반면, 김(14) 등은 파형분석이 감별진단에 도움이 되지 않는다고 결론지었으나 스스로 지적했듯이 주변부에서 파형을 기록하고 측정된 수치중에서 최저값을 대표값으로 택하는 방법은 주변부 신호 자체의 비특이성과 종양에서의 높은 최대혈류속도를 배제하기 때문에 적절치 못하다고 판단된다. 본 연구에서는 색신호를 내부와 변연부로 나누어 각각의 신호가 악성과 양성에서 어떤 차이를 보이는지 관찰하였고, 급양동맥 뿐 아니라 정상 혈관의 이동으로 표현되는 변연부 신호보다 내부 신호에서 통계학적으로 유의한 차이를 발견할 수 있었고, grade II의 내부신호를 감별점의 경계로 사용하였을때 충분히 만족할 만한 예민도와 특이도를 얻을 수는 없었지만 악성과 양성의 감별에 있어 예

민도의 중요성을 고려하고, 내부의 색신호 자체만을 종괴 감별의 단일 검사항목으로 이용하지 않는다는 점을 생각한다면 의의가 있을 것이며 내부혈류에 대한 좀더 세부적인 연구가 이루어진다면 예민도와 특이도를 더욱 높일 수 있을 것이다.

또한 종양에서 발생하는 비정상적인 혈관구조에 의한 변형된 내부혈류를 반영하는 도구로써 최대혈류속도와 저항지수를 내부 신호에서 선택하여 비교하였을때, 최대혈류속도는 양성과 악성간에 통계학적으로 유의한 차이를 보여 주었으며 기본적인 기계능력이나 술자에 따라 차이가 있다는 맹점을 지니고 있기는 하겠지만 20cm/sec의 최대혈류속도가 내부신호에서 측정되면 악성의 가능성을 생각하고 다른검사를 진행하는데 무리가 없을 것이다. 비록 저항지수는 유의한 차이는 없었지만 악성에서 보다 낮은 저항지수를 나타내는 경향을 관찰할 수 있었다. 결론적으로 색도플러는 빠른 혈류를 지닌 종양을 나타내며, 혈액학적 정보를 제공하고 정확히 측정된 스펙트럼의 분석은 비록 결정적이지는 않지만 종양내의 혈류의 양적 정보를 얻는데 유용하다. 따라서 앞으로 더욱더 충분한 연구가 있어야 하겠지만 색도플러를 이용한 내부 색신호와 파형의 분석은 갑상선결절의 감별 진단에 보조적 자료로서 도움을 줄수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Ross DS: Evaluation of the thyroid nodules. *J Nucl Med* 1991; 32:2181-2192
2. Cole-Beuglet C, Goldberg BB. New high-resolution ultrasound evaluation of disease of the thyroid. *JAMA* 1983;249: 2941-2947
3. Bruneton JN, Maestro CB, Marcy PY, Melia P, Mourou MY. Very high frequency ultrasonographic examination of the normal neck. *J Ultrasound Med* 1994;13:87-90
4. Solbiati L, Cioffi V, Ballarati E. Ultrasonography of the neck. *Radiol Clin North Am* 1992;30:950-951
5. Horstman WG, Middleton WD, Melson GL. Scrotal inflammatory disease: Color Doppler US finding. *Radiology* 1991;179: 55-59
6. Shimamoto K, Endo T, Ishigaki T, et al. Thyroid nodules: Evaluation with color doppler ultrasonography. *J Ultrasound Med* 1993;12:673-678
7. Bourne T, Campbell S, Steer C, Whitehead MI, Collins WP. Transvaginal color flow imaging: a possible new screening technique for ovarian cancer. *Br Med J* 1989;299:1367-1370
8. Kurjak A, Zalud I, Alfirovic Z. Evaluation of adnexal masses with transvaginal color ultrasound. *J Ultrasound Med* 1991;10: 295-297
9. Fleischer AC, Rodgers WH, Rao BK et al. Assessment of ovarian tumor vascularity with transvaginal color Doppler sonography. *J Ultrasound Med* 1991;10:563-568
10. Fleischer AC, Rodgers WH, Kppl DM, Williams LL, Jones HW. Color Doppler sonography of ovarian masses: a multiparameter analysis. *J Ultrasound Med* 1993;12:41-48
11. 이영호. 난소 종괴의 색채 도플러 초음파 검사에 의한 난소 종괴의 감별진단. 대한초음파의학회지 1993;12:69-75
12. Baek SY, Auh YH, Cho YK, Ahn SH. Color Doppler Ultrasono-

- graphy of thyroid masses: differentiation of papillary carcinoma from adenomatous goiter. *대한초음파학회지* **1993**;12: 106-112
13. Rifkin MD, Charboneau JW, Laing FC. Syllabus: special course, Ultrasound 1991. Oak Brook: *Radiological Society of North America Inc* **1991**; 363-378
14. 김희수, 전평, 원종윤, 나재범, 이향미, 유형식, 이종태, 박정수, 조남훈. 갑상선종괴의 감별에 있어서 색도플러 초음파의 유용성. *대한초음파학회지* **1995**;14: 201-209
15. Burns PN. *The scattering of ultrasound by blood flowing in tumors*. Thesis. University of Bristol, Bristol, England, **1984**
16. Shimamoto K, Sakuma S, Ishigaki T, et al. Intratumoral blood flow: Evaluation with color Doppler echography. *Radiology* **1978**;165: 683-685
17. Taylor KJ, Ramos I, Darryl C, Morse SS, et al. Correlation of Doppler US tumor signals with neovascular morphologic features. *Radiology* **1988**;166: 57-62
18. 양달모, 김형식, 이영석, 윤명환, 이종복, 윤정철. 고환염에서 고환내 동맥의 저항 지수: 정상 고환과의 비교. *대한초음파학회지* **1994**;13: 149-152
19. Solbiati L, Volterrni L, Rizzatto G, et al. The thyroid gland with low uptake lesions: Evaluation by ultrasound. *Radiology* **1985**; 155: 187-191
20. Murakami T, Murakami N, Noguchi S, et al. Ultrasonographic diagnosis of nodular goiter. *Jpn J Med Ultrasonics* **1988**;15: 264-269
21. Fobbe F, Finke R, Reichenstein E, et al. Appearance of thyroid disease using color coded duplex sonography. **1989**;9: 29-31
22. Woodcock JP, Owen EJ, Shedden KJ, Hodgson A, MacGregor A. Duplex scanning of the thyroid. *Ultrasound Med Biol* **1985**; 11: 659-663

Journal of the Korean Radiological Society 1996; 35(5) : 679~683

Color Doppler Image of Thyroid Nodule : Differentiation Between Benign and Malignant Lesion¹

Jong Pil Yoon, M.D., Hyun Sook Hong, M.D., Young Tae Jeon, M.D., Seo Hee Kim, M.D.
Myung Hee Yoo, M.D.², Dae Ho Kim, M.D., Hae Kyung Lee, M.D., Kui Hyang Kwon, M.D.

¹Department of Diagnostic Radiology, Soonchunhyang College of Medicine

²Department of Internal Medicine, Soonchunhyang College of Medicine

Purpose: To assess the utility of color Doppler sonography in the differential diagnosis of thyroid nodules.

Materials and Methods: Fifty patients with thyroid nodules (10 cases of follicular adenoma, 12 of adenomatous hyperplasia, 21 of papillary adenocarcinoma, and 7 of follicular adenocarcinoma) were analyzed. Colour signal analysis was performed by inspecting the signals in and around the nodules, and these were graded from 0 to III according to the degree of vascularity in internal and marginal blood flow. Peak systolic velocity (PSV) and resistive index (RI) in internal vascularity were used to analyse the flow signal.

Results: Internal color signals of malignant lesions tended to be high grade, whereas those of benign lesions tended to be low grade, with statistical significance ($P < 0.05$). In spectral wave analysis, correlation between PSV and malignancy of thyroid nodules was statistically significant ($P < 0.05$). The value of RI did not correlate with the malignancy of nodules, but tended to show a meaningful difference.

Conclusions: Although further studies may be required, color Doppler sonography using color signal and flow signals analysis is a useful imaging modality for the differentiation of benign and malignant lesions of thyroid nodules.

Index Words: Thyroid, neoplasms
Thyroid, US
Ultrasound (US), Doppler studies

Address reprint requests to : Jong Pil Yoon, M. D., Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Soonchunhyang University, # 657, Hannam-Dong, Yongsan-Ku, Seoul, 140-743, Korea
Tel. 82-2-709-9397 Fax. 82-2-795-3928

제목 : 우리 가슴에 태극물결의 피가 흐른다.

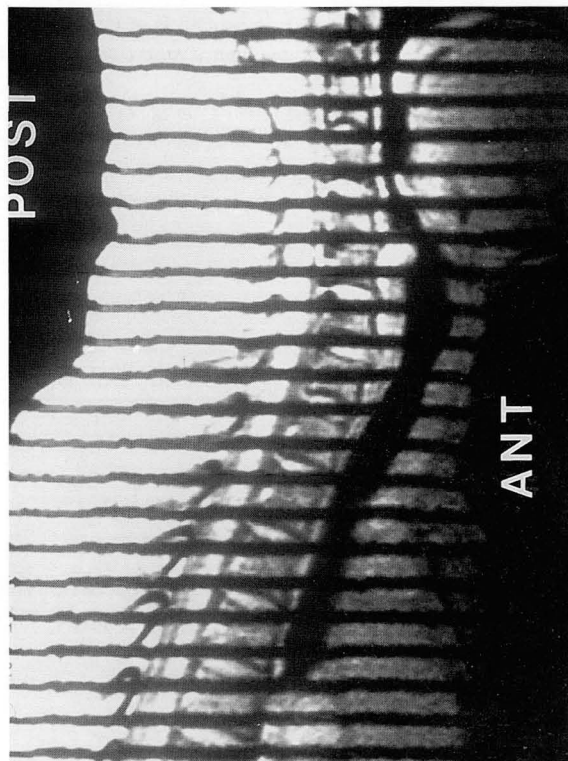


Fig. 1.

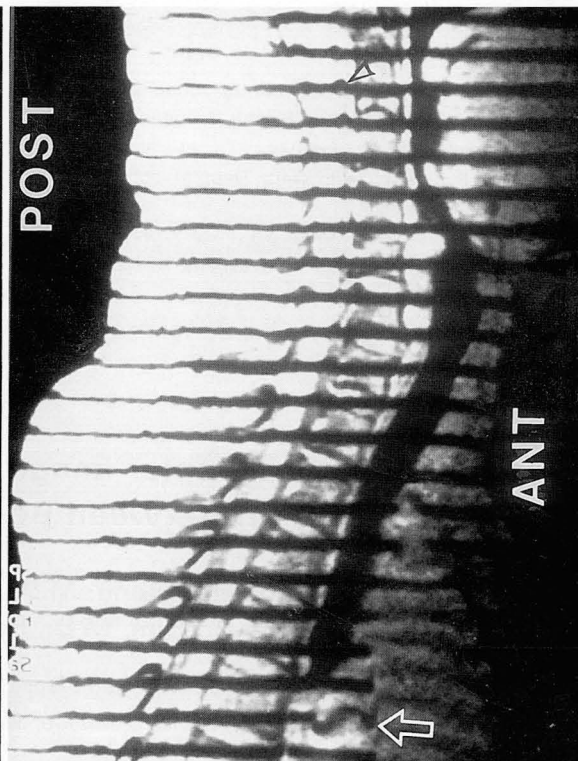


Fig. 2.

조 건 : FLASH-2D, Stripe tagging, 16frames in R-R interval

TR/TE/FA=40/4.8/20°, FOV=188×250

Scan time : 5min 47sec, Matrix=154×256

설 명 : 대동맥궁에 해당되는 심박동과 척추관내 척추액유동의 연관성을 찾고자 stripe tagging sequence로 유동흐름을 관찰중 대동맥궁에서 대동맥혈류의 비틀림에 의한 태극무늬(화살표)가 발생하는 것을 보게 되었다(Fig. 2). Stripe tagging 방법은 흔히 Zebra stripe이라고도 하며 평행한 saturation band를 걸어주며 R-R interval에 16 frames 정도의 연속촬영을 하므로써 흐름에 따른 band의 이동 변형을 분석하여 유동의 변화를 파악하는데 이용되며, 특히 저속의 유동을 관찰하는데 도움이 된다. 대동맥궁과 같이 휘어 있는 부위에서는 흔히 skewed parabola 파형이 생겨 태극 무늬와 같은 흐름의 뒤틀림이 생길 수 있다. 척추관내의 척추액 흐름은 심수축기때 발쪽으로 심이완기에 머리쪽으로 향한다. 심수축기의 파동이 척추관까지 도착하는데 약 150-200msec의 지연시간이 생겨 Fig. 2와 같이 심수축기인데도 머리쪽으로 향하는 척추액의 흐름(화살촉)이 보이게 된다.

제 공 : 연세의대 진단방사선과

정 태 섭